

# Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů (VIII) - 1. část

## Přímotopné plynové teplovzdušné jednotky

21.8.2006 | Ing. Miroslav Kotrbatý | RECENZOVANÝ

Teplovzdušné vytápění musí dodržovat zásady respektující principy dodávky tepla do vytápěného prostoru a fyzikální podstatu chování teplého vzduchu. Přímotopné plynové jednotky mají výhodu, že obraz proudění vzduchu je během celé otopné sezony konstantní. První část článku se věnuje výpočtovému návrhu a sortimentu, který je dostupný na českém a slovenském trhu.

### 1.00 Všeobecně

Vytápění velkoprostorových objektů teplovzdušnými jednotkami je značně rozšířené, avšak převážná většina soustav (nástěnné soupravy vytápěné parou nebo vodou) pracuje velice neekonomicky. Kromě velkých spotřeb tepla se nedosahují požadované teploty v oblasti pobytu člověka. Je to dáno jednak nevhodnou distribucí vzduchu a jednak také nevhodným použitím v nadměrně vysokých halách. Výsledkem jsou vysoké teploty vzduchu pod střešním pláštěm - až  $t_v = 30^\circ\text{C}$  a nedotápění v oblasti pobytu člověka. Teplovzdušné vytápění může být však ekonomické, avšak musí se dodržovat zásady, které respektují jednak principy dodávky tepla do vytápěného prostoru a jednak fyzikální podstatu chování teplého vzduchu. Přímotopné plynové jednotky mají navíc tu výhodu, že obraz proudění vzduchu je během celé otopné sezony konstantní - regulace dodávky tepla odstavováním jednotek z provozu = přerušované vytápění.

### 1.01 Výpočtová část

Pro výpočet tepelných ztrát lze použít postup dle ČSN 060210 s následujícími úpravami:

#### Teplotní gradient

- pro výpočet tepelné ztráty střešního pláště a světlíků se musí uvažovat se stoupáním teploty vzduchu po výšce objektu  $g = 0,8 \div 1 \text{ K/m}$ . Při dodržení násobnosti cirkulace dle tabulky č. 1 lze počítat s  $g = 0,4 \div 0,5 \text{ K/m}$ . Do násobnosti cirkulace se započítává jak vzduchový výkon teplovzdušných jednotek, tak také "destrifikátorů", které se umísťují do teplé vrstvy vzduchu pod střešním pláštěm.

#### Zátopová přírážka

- teplovzdušné jednotky dosahují plného výkonu během krátké doby (10 ÷ 20 sec). Po provozních přestávkách dochází i k ochlazení stavebních konstrukcí a strojního zařízení, proto se volí zátopové přírážky ve výši:

- 1 směnný provoz - 1,2
- 2 směnný provoz - 1,15

Předpokladem je, že teplota vzduchu ve vytápěném prostoru při provozu "sporo" (provozní přestávka) bude  $t_{g_{sporo}} = (t_{g_{max}} - 5 \text{ K})$

## Infiltrace

- pro výpočet infiltrace se uvažuje venkovní výpočtová teplota

$t_{ev} = (t_e - 8 \text{ K})$	(°C)	(1)
--------------------------------	------	-----

## 1.02 Navrhování teplovzdušných jednotek

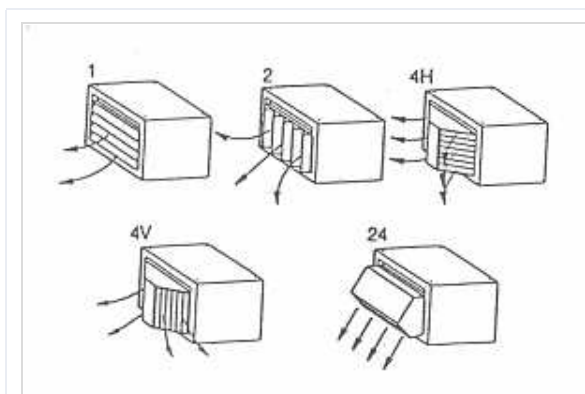
Hospodárné teplovzdušné vytápění pomocí malých teplovzdušných jednotek lze navrhovat maximálně do výšky haly  $H = 8 \div 10 \text{ m}$ . Podstatný vliv na ekonomii provozu (výše teploty vzduchu pod střešním pláštěm) má jak již bylo řečeno násobnost cirkulace vzduchu ve vytápěném objektu. Nestačí tudíž pouze stanovit tepelné ztráty a podle nich určit výkon jednotek - z tepelného výkonu jednotky je odvozen i výkon vzduchový. Tento postup většinou znamená vytváření teplého polštáře pod střešním pláštěm a nedotápění v oblasti pobytu člověka.

Podstatou hospodárného návrhu je **řešení cirkulace vzduchu** ve vytápěné hale. Ovlivňuje ji jednak rozmístění jednotek a jednak druh použitých vyústek. Dalším doplňujícím prvkem pro naplnění požadavku násobnosti cirkulace jsou podstrovní "destrifikátory".

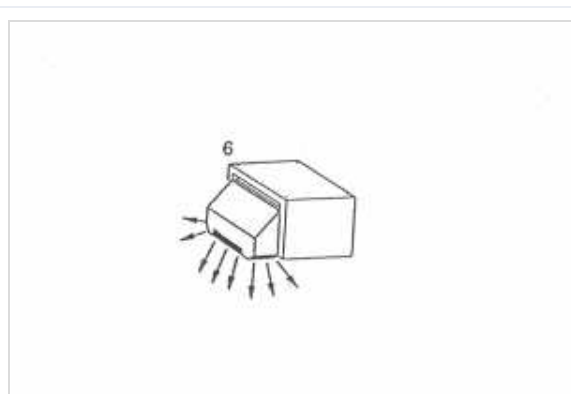
VNITŘNÍ OBJEM HALY	NÁSOBNOST CIRKULACE $\Sigma$ (jednotky + destrifikátory)
$\text{m}^3$	x / hod.
1 000	5,0
2 000	4,5
3 000	4,0
4 000	3,5
6 000	3,0
8 000	2,5
10 000	2,0

Tabulka č. 1 - Požadované násobnosti cirkulace vzduchu

Různá konstrukce vyústky umožňuje zajistit odpovídající rozvrstvení vzduchu ve vytápěném prostoru. Jednotky GNS (s axiálním ventilátorem) se instalují s vyústkami uvedenými na obr. č. 1. Při instalaci jednotky pod střešní plášť a přívod vzduchu dolů se použijí jednotky s radiálním ventilátorem (GNC), neboť stropní rozdělovač (obr. č. 2) má větší odpor, který axiální ventilátor nezvládne. Rozdílný typ vyústky závisí na výšce zavěšení jednotky, jejím výkonu a koncové rychlosti proudu vypouštěného vzduchu ( $v = 0,25 \text{ m/sec}$ ).

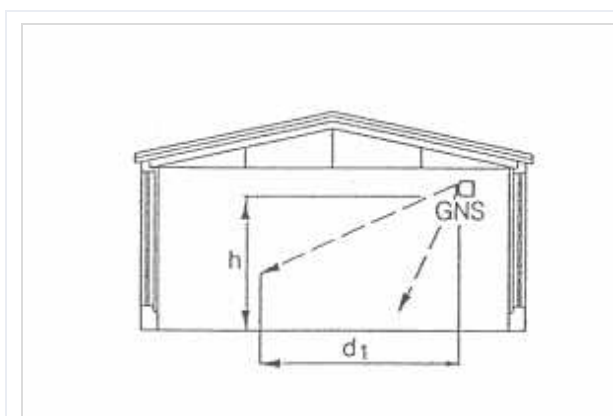


**Obr. č. 1** - Vyústky pro instalaci na jednotky GNS s axiálním ventilátorem, 1-vyústka s vodorovnými lamelami, 2-vyústka se svislými lamelami, 4H-vyústka 2 x 45° s vodorovnými lamelami, 4V-vyústka 2 x 45° s vodorovnými lamelami, 24-vyústka podstropní 45° bez lamel

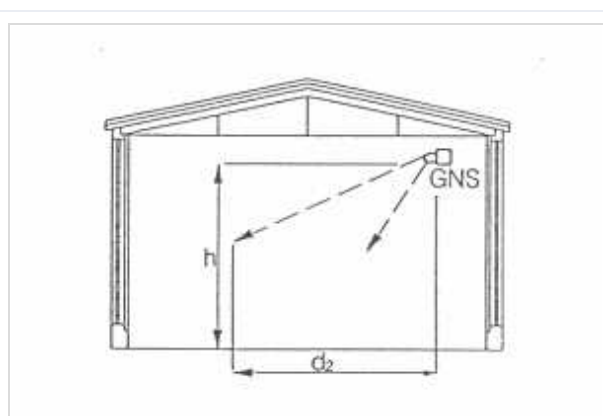


**Obr. č. 2** - Stropní rozdělovač 90° (6) pro instalaci na jednotky GNC s radiálním ventilátorem

Obr. č. 3 ukazuje společně s tabulkou č. 2 dosah proudu jednotek GNS ( $d_1$ ). Jednotky s axiálním ventilátorem a s vyústkami 1; 2; 4H a 4V.



**Obr. č. 3** - Dosah proudu jednotek GNS-radiální ventilátor - s vyústkami 1, 2, 4H, 4V



**Obr. č. 4** - Dosah proudu jednotek GNS-radiální ventilátor s vyústkou 24

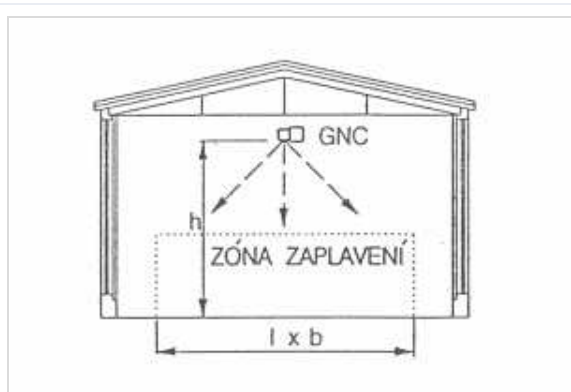
Obr. č. 4 společně s tabulkou č. 2 ukazuje dosah proudu jednotek GNS ( $d_2$ ) s vyústkou typ 24.

	Vyústky	Vyústka 24
--	---------	------------

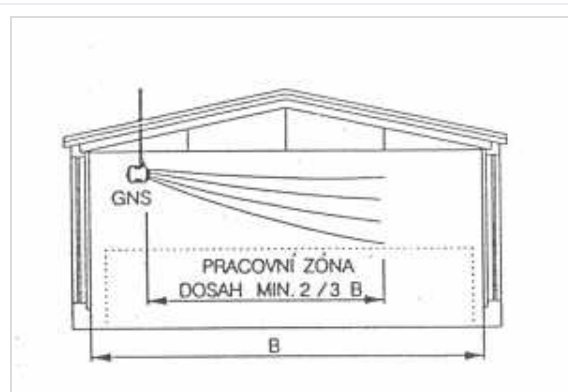
			1; 2; 4H a 4V			
Typ	Výkon	Průtok	$h_{max}$	$d_1$	$h_{max}$	$d_2$
	kW	m <sup>3</sup> /hod.	m	m	m	m
GNS 18	20,4	2 190	2,5	10	3,5	10
GNS 21	21,8	2 190	2,5	10	3,5	10
GNS 24	25,1	2 730	2,8	12	4,0	12
GNS 28	27,2	2 730	2,8	12	4,0	12
GNS 33	30,2	3 320	3,0	14	4,5	14
GNS 37	32,7	3 320	3,0	14	4,5	14
GNS 44	40,2	4 425	3,2	22	4,8	22
GNS 49	43,6	4 425	3,2	22	4,8	22
GNS 55	50,2	5 525	3,4	23	4,9	23
GNS 59	54,5	5 525	3,4	23	4,9	23
GNS 66	60,3	6 635	3,6	24	5,0	24
GNS 74	65,3	6 635	3,6	24	5,0	24
GNS 88	80,4	8 845	4,0	27	5,5	27
GNS 98	87,1	8 845	4,0	27	5,5	27

Tabulka č. 2 - Doporučená výška zavěšení a dosah proudu (orientační) jednotek GNS

Vyšší výška zavěšení (než uvádí tabulka) znamená tvorbu teplého polštáře pod střešou a nedotápění v pracovní oblasti. Pro vyšší haly a větší výšky zavěšení je zapotřebí použít jednotky s radiálním ventilátorem (GNC) a jejich umístění pod střešní plášť mezi vazníky.



Obr. č. 5 - Zóna zaplavení-jednotka GNC s radiálním ventilátorem a stropním rozdělovačem 90°



Obr. č. 6 - Minimální doporučený dosah proudu vzduchu

Stropní rozdělovač má tři nebo pět vyústek, na nichž záleží jakou plochu zaplaví proud přiváděného vzduchu. Obr. č. 5 a tabulka č. 3 uvádějí příslušné rozměry zaplavené vytápěné plochy v závislosti na výšce zavěšení.

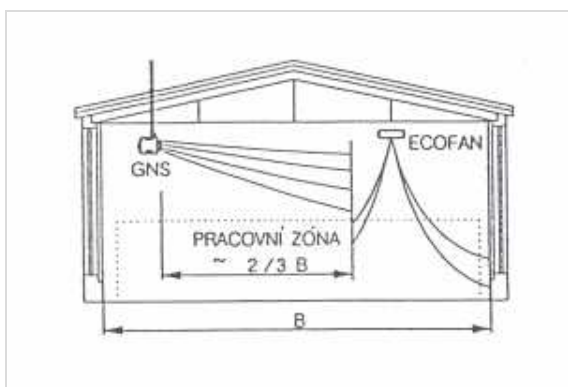
TYP	VÝKON kW	PRŮTOK m <sup>3</sup> /h	STROP. ROZDĚLOVAČ 90° (6), 5 ks VÝUSTEK OTEVŘENÝCH					STROP. ROZDĚLOVAČ 90° (6), 3 ks VÝUSTEK OTEVŘENÝCH				
			h=3m	h=4m	h=5m	h=6m	h=7m	h=3m	h=4m	h=5m	h=6m	h=7m
			l <sub>1</sub> x b <sub>1</sub>					l <sub>2</sub> x b <sub>2</sub>				
GNC 18	20,4	2190	10x10					10x6				
GNC 21	21,8	2410	10x10					10x6				
GNC 24	25,1	2730	12x12	10x10				14x7	12x7	11x6	10x6	
GNC 28	27,2	3005	13x13	11x11				16x7	14x7	13x6	12x6	
GNC 33	30,2	3320	15x15	13x13	11x11			19x7	16x7	14x7	12x7	9x7
GNC 37	32,7	3650	16x16	14x14	12x12			26x7	18x7	16x7	14x7	11x7
GNC 44	40,2	4425	15x15	13x13	11x11			20x9	17x9	16x9	14x9	12x9
GNC 49	43,6	4865	16x16	14x14	12x12			24x9	21x9	19x9	17x9	15x9
GNC 55	50,2	5525	17x17	16x16	13x13			25x11	22x11	20x11	18x11	16x11
GNC 59	54,5	6080	17x17	16x16	13x13			26x11	23x11	21x11	19x11	17x11
GNC 66	60,3	6635	18x18	16x16	14x14	12x12		27x12	23x12	22x12	20x12	18x12
GNC 74	65,3	7295	19 x1 9	17x17	15x15	13x13		29x12	27x12	26x12	24x12	22x12
GNC 88	80,4	8845	19x19	17x17	15x15	13x13	12x12	38x15	36x15	34x15	32x15	31x15
GNC 98	87,1	9730	20x20	18x18	16x16	14x14	13x13	40x15	38x15	36x15	34x15	33x15

Tabulka č. 3 - Zóna zaplavení jednotek GNC se stropními rozdělovači vzduchu

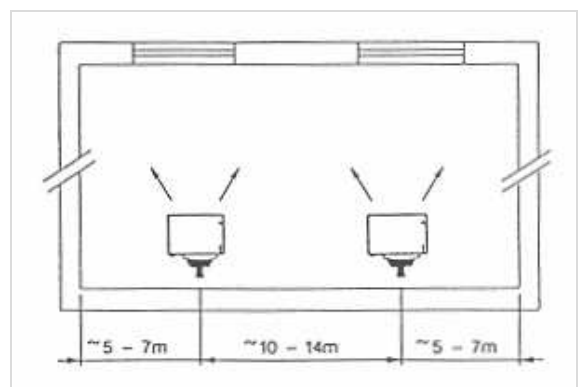
Při rozmisťování jednotek hraje roli jednak dosah proudu (viz tab. č. 2 a tab. č. 3) a dále pak rozteče zavěšení. Není vždy možné instalovat takové jednotky, které zajistí úplné "propláchnutí" prostoru. Při teplovzdušném vytápění dochází k proudění vzduchu - sice o menší rychlosti - i ve vzdálenějších částech objektu, než se uvažuje výpočtem ( $v = 0,25 \text{ m/sec.}$ ), avšak způsobuje to zvýšení teplotního gradientu. Omezujícím kritériem je úvaha, kdy minimální dosah proudu dosahuje 2/3 šířky objektu (B), což postačuje pro dodávku tepelné energie v celé šířce (obr. č. 6, kde  $d_1$  resp.  $d_2 = 2/3 B$ ). Ve většině případů se však

nedosáhne dostatečné násobnosti cirkulace, která snižuje teplotní gradient a odstraňuje teplý polštář vzduchu tvořící se pod střechou. Potom se do prostorů nad plochy, které jsou pod minimálním vlivem přívodních proudů teplého vzduchu z jednotek navrhuje destrifikátory - obr. č. 7.

Velice důležité je volit vhodné rozteče zavěšení teplovzdušných jednotek. Z hlediska pořizovacích nákladů je výhodné použít menší počet větších jednotek. Tento požadavek však většinou vede k větším roztečím. Proto je zapotřebí volit takové technické řešení a to jak z hlediska samotné jednotky (volba vyústky), tak i jejich rozmístění ve vytápěném prostoru, které zajistí cirkulaci vzduchu v celém prostoru.

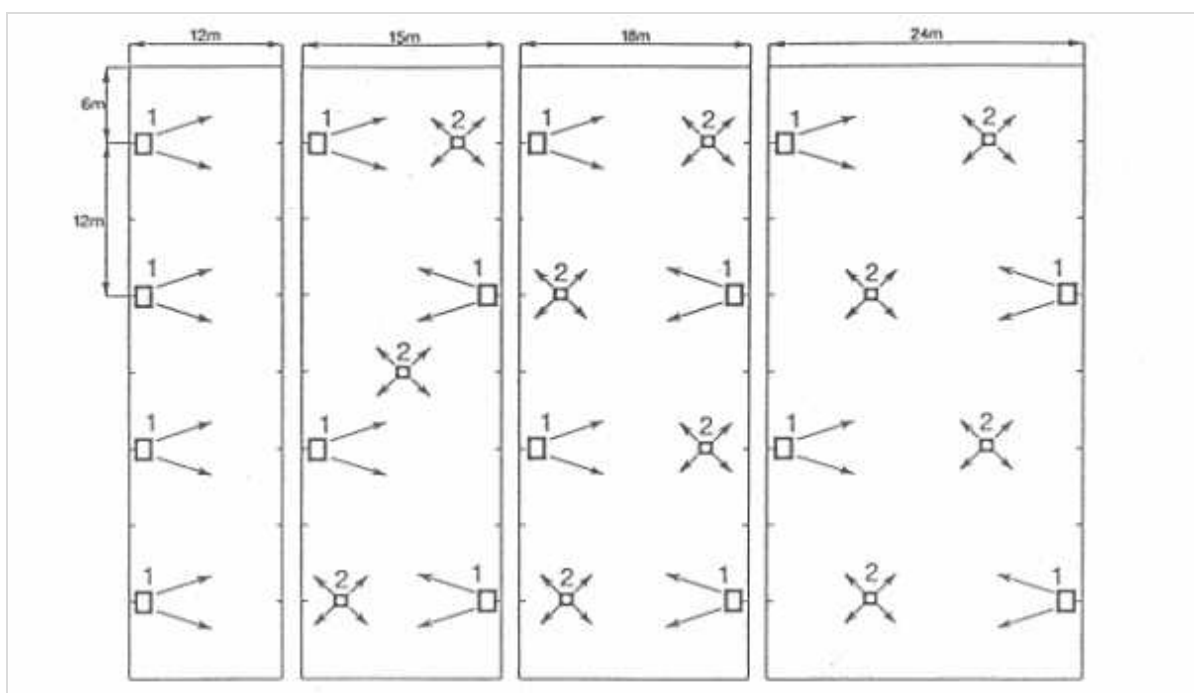


**Obr. č. 7** - Zvýšení násobnosti cirkulace použitím destrifikátoru. Vhodné pouze při výšce haly  $h > 4\text{ m}$  a bez vývinu škodlivin při výrobě



**Obr. č. 8** - Doporučené rozteče zavěšení teplovzdušných jednotek

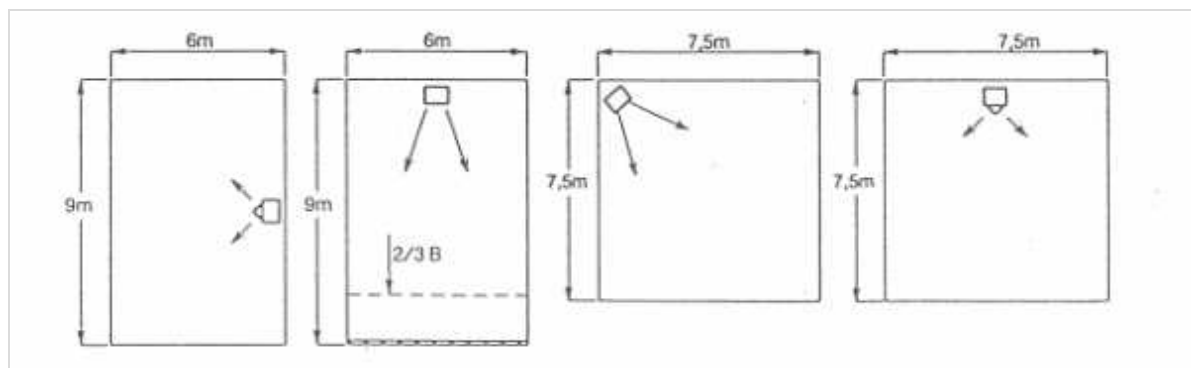
Obr. č. 8 ukazuje doporučené rozteče zavěšení. Spodní hranice (5 resp. 10 m) umožňuje používat vyústky typ 1; 2 a 24. Horní hranice (7 resp. 14 m) vyústky 4H a 4V. Stavební moduly objektů ( $m = 6\text{ m}$ ) dávají možnost zavěšovat jednotky na sloupy. Zde pak dochází k jednotným roztečím (6 m - u okraje) - (12 m - mezi jednotkami). Jsou to rozměry právě uprostřed doporučených roztečím z obr. č. 8. V tomto případě se doporučuje volit vyústky 1; 2; 24 u hal širších a 4Ha a 4V u hal užších. Příklady rozmístování teplovzdušných jednotek a destrifikátorů (ecoFan) ukazuje obr. č. 9.



**Obr. č. 9** - Příklady rozmístování teplovzdušných jednotek GNS (1) v kombinaci s destrifikátory

Za povšimnutí stojí situování destrifikátorů (ecoFanů). U širších hal, kde dosah proudu jednotky (při  $v_{konc} = 0,25 \text{ m/sec}$ ) je  $2/3 B$ , pak lze tyto prvky umístit proti jednotce nad zónu, kde již je rychlost proudění malá. Vhodné je rovněž situování doprostřed haly mezi dvě protilehlé jednotky. Počet a jejich rozmístění je vždy potřeba volit tak, aby společně se vzduchovým výkonem jednotek zajišťovaly požadovanou násobnost cirkulace (viz tab. č. 1) vzduchu v prostoru. Splněním tohoto požadavku se podstatně snižuje teplotní gradient a tím i teplota vzduchu pod střešním pláštěm - zvyšuje se ekonomie vytápění.

U úzkých (a u nepřilíš vysokých) hal a malých dílen s větší tepelnou ztrátou zpravidla není zapotřebí kombinace s restrifikátory, neboť vzduchový výkon jednotek odpovídá i potřebné násobnosti cirkulace - viz obr. č. 10.



Obr. č. 10 - Vytápění malých dílen teplovzdušnými jednotkami

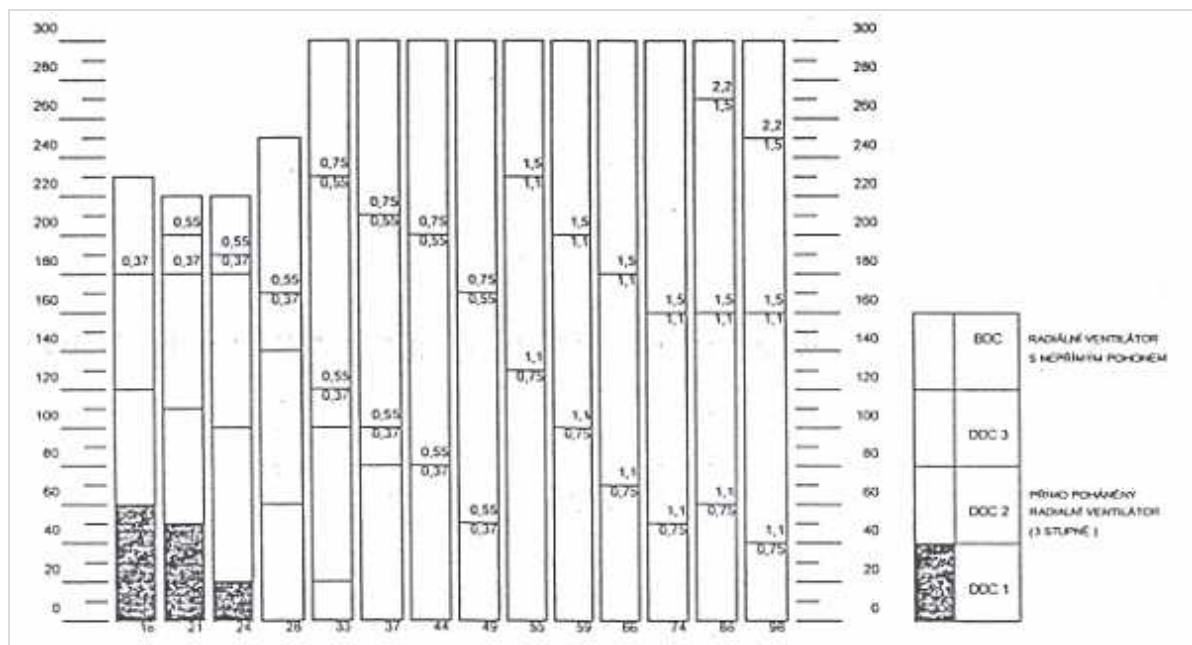
## 2.00 Sortiment

Přímotopné plynové jednotky dodává na český a slovenský trh několik výrobců. Výkonové a konstrukční řešení se od sebe příliš neliší. Pro získání přehledu s jakými orientačními hodnotami lze při návrzích teplovzdušného vytápění uvažovat byly zvoleny anonymní prameny.

Přímotopné plynové jednotky se v podstatě vyrábějí ve dvou základních provedeních.

**GNS** - s jedním nebo dvěma (od velikosti 65) axiálními ventilátory. Použití pro teplovzdušné vytápění - nelze připojit vzduchovody na sání ani výtlač.

**GNC** - s jedním nebo dvěma (od velikosti 65) radiálními ventilátory. Na jednotky lze napojovat vzduchovody s tlakovou ztrátou dle obr. č. 11.



Obr. č. 11 - Provedení GNC - orientační stanovení příkonu motorů radiálních ventilátorů v kW v závislosti na požadovaném externím statickém tlaku

VELIKOST		18	21	24	28	33	37	44	49	55	59	66	74	88	98
TEPELNÝ VÝKON	kW	20,4	21,8	25,1	27,2	30,2	32,7	40,2	43,6	50,2	54,5	60,3	65,3	80,4	87,1
PALIVO	-	ZEMNÍ PLYN													
TEPELNÝ VÝKON MAX	kW	22,7	24,2	27,9	30,2	33,5	36,3	44,7	48,4	55,8	60,5	67,0	72,6	89,3	96,8
SPOTŘEBA PLYNU	m <sup>3</sup> /h	2,4	2,6	2,9	3,1	3,5	3,8	4,7	5,1	5,8	6,3	7,0	7,6	9,3	10,1
TLAK PLYNU MIN / MAX	kPa	2 / 6													
PRIVOD PLYNU	-	3/4"													
PRIVOD SPAL. VZDUCHU GNS/GNC (T,R)	mm	ø 80						ø 100							
ODVOD SPALIN GNS/GNC (T,R)	mm	ø 80													
ODVOD SPALIN GNS/GNC (O)**	mm	ø 150				ø 200				ø 250				ø 300	
JMÉN PRŮTOK VZDUCHU GNS	m <sup>3</sup> /h	2190	2730	3320	4425	5525	6635	8845							
JMÉN PRŮTOK VZDUCHU GNC	m <sup>3</sup> /h	2190	2410	2730	3005	3320	3650	4425	4865	5525	6080	6835	7295	8845	9730
TEP. SPÁD Δ t GNS/GNC	K	29	31/28	29	31/28	29	31/28	29	31/28	29	31/28	29	31/28	29	31/28
HLAD. HLUKU VE 3m-GNS	dB(A)	46	47	49	50	54									
HLAD. HLUKU VE 3m-GNC*	dB(A)	55													
UCINNOST GNS / GNC	%	87 - 90													
PŘÍKON GNS, JISTENÍ	kW/A	0,620 / 2,5						0,980 / 4,25							
PŘÍKON GNC, JISTENÍ	kW	VIZ DIAGRAM Č. 1 ( V ZÁVISLOSTI NA POŽADOVANÉM EXT. TLAKU )													
NAPĚTÍ AKRYTÍ GNS	V	230 V / IP 20													
NAPĚTÍ AKRYTÍ GNC	V	230V, 50Hz DO PŘÍKONU 0,75 kW / IP 20 3 x 230 V, 50 Hz OD PŘÍKONU 0,75 kW / IP 20 MOTORY O PŘÍKONU 0,75 kW JE MOŽNO DODAT PRO 230 V I PRO 3x230V / 400 V													
EXT. TLAK GNS	Pa	0													
EXT. TLAK GNC	Pa	VIZ DIAGRAM Č. 1 (MAX. TLAK SPEC. PŘÍKONU DO 2000 Pa)													
HMOTNOST GNS (T,R)	kg	95	105	115	135	155	165	205							
HMOTNOST GNC (T,R)	kg	110	125	135	160	180	190	245							
HMOTNOST GNS (O)	kg	90	100	110	130	150	160	200							
HMOTNOST GNC (O)	kg	115	120	130	155	175	185	240							

Tabulka č. 4 - Technické údaje - provedení GNS / GNC - typ T; R; O (po kliknutí se obrázek zvětší)

K externímu tlaku vzt. rozvodu je nutno připočítat i tlak. ztrátu filtru a klapky v sání a ztráta izolované skříň ventilátoru.

Napětí:

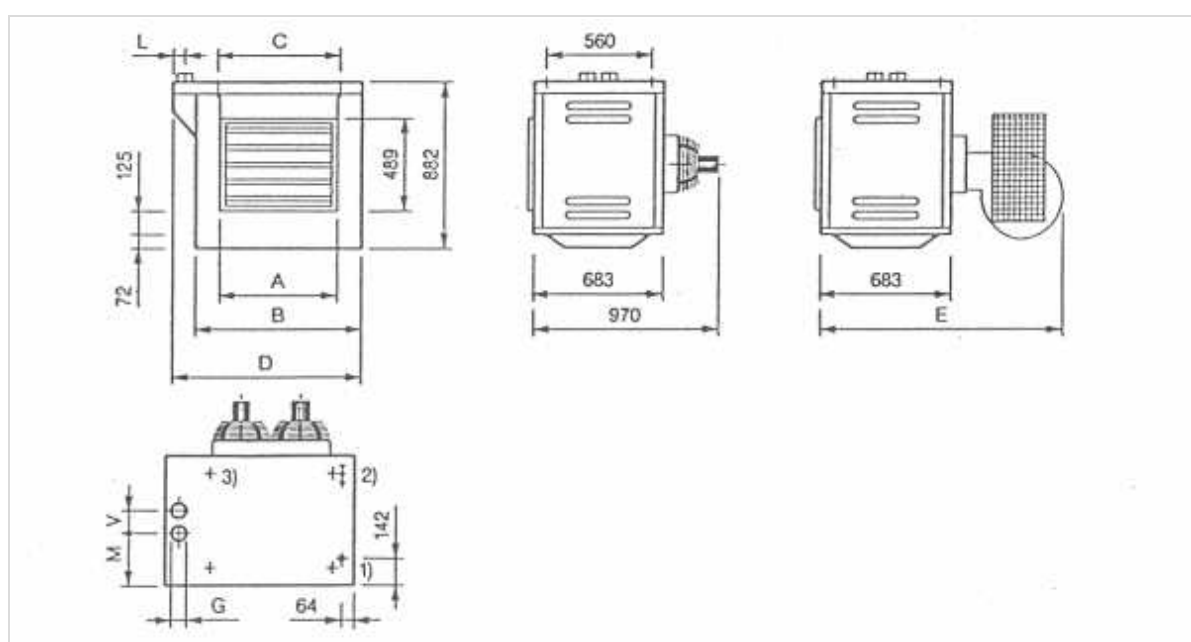


do příkonu	0,75 kW - 230 V, 50 Hz
nad příkon	0,75 kW - 3x230 V, 50 Hz
pro příkon	0,75 kW - lze volit 230 V nebo 3x230 V, 50 Hz

V mezních případech se zaokrouhluje příkon nahoru.

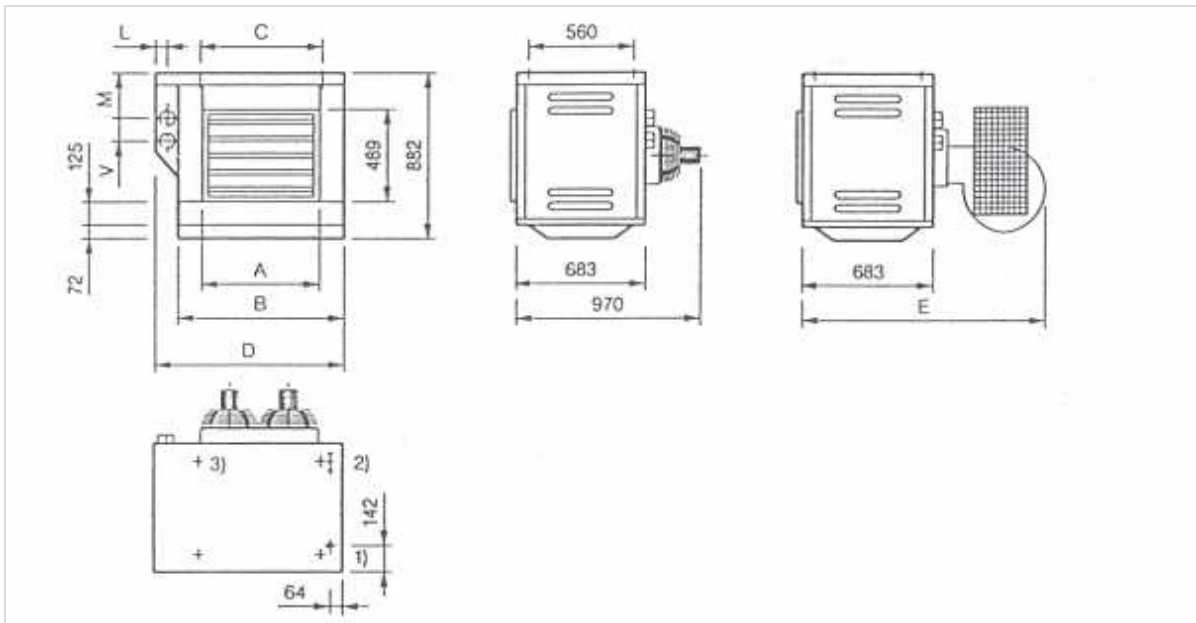
Technické údaje uvádí *tab. č. 4*

Podle způsobu odvodu spalin a přívodu spalovacího vzduchu se oba druhy jednotek vyrábějí ve třech variantách:



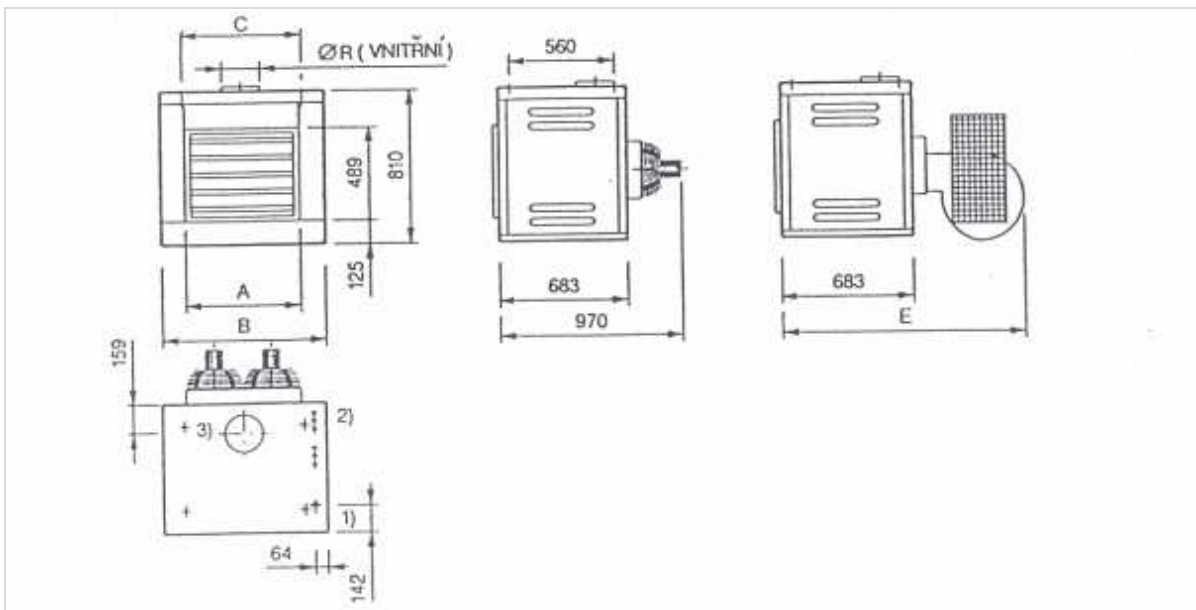
Obr. č. 12 - GNS, GNC - Nucený odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu z venkovního prostředí - napojení shora - provedení T.

1-průchodka pro přívod plynu, 2-průchodka pro přívod elektro, 3-úchytky pro zavěšení 4 x M10-rozteč  
C=560mm



Obr. č. 13 - GNS, GNC - Nucený odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu z venkovního prostředí - napojení zezadu - provedení R.

1-průchodka pro přívod plynu, 2-průchodka pro přívod elektro, 3-úchytky pro zavěšení 4 x M10-rozteč C=560mm



Obr. č. 14 - Odvod spalin přirozený - napojení shora. Přívod spalovacího vzduchu z vytápěného prostoru přes mřížku ve spodní části jednotky

- provedení O. 1-průchodka pro přívod plynu, 2-průchodka pro přívod elektro, 3-úchytky pro zavěšení 4 x M10-rozteč C=560mm

TYP	A	B	C	D	E		V	L		M		G*	R
					TYP T,R	TYP O		TYP T	TYP R	TYP T	TYP R	TYP T,R	TYP O
18/21	340	594	365	714	1120	1140	120	72	84	276	240	80	150
24/28	405	659	430	779	1180	1180	120	72	84	276	240	80	150
33/37	470	724	495	844	1180	1180	120	72	84	276	240	80	200

44/49	600	854	625	974	1265	1265	120	72	84	276	240	80	200
55/59	730	984	775	1104	1265	1265	140	72	84	276	220	100	250
66/74	860	1114	885	1289	1180	1180	140	92	90	231	260	100	250
88/98	1120	1374	1145	1549	1265	1265	140	92	90	231	260	100	300

*Tabulka č. 5 - Rozměry jednotek*

*Pokračování článku Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů (VIII) bude uveřejněno ve středu 23. 8. 2006.*

**Datum:** 21.8.2006

**Autor:** Ing. Miroslav Kotrbatý [všechny články autora](#)